

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA DEL AGUA ENVASADA  
QUE SE COMERCIALIZA EN LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO.**

**LUZ IRENE SAAVEDRA RODRIGUEZ.**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACILTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
VILLAVICENCIO  
2018**

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA DEL AGUA ENVASADA  
QUE SE COMERCIALIZA EN LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO.**

**LUZ IRENE SAAVEDRA RODRIGUEZ.**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**GRUPO DE INVESTIGACION: EN CIENCIAS QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LA  
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS-CINQUIBULL-FACULTAD DE CIENCIAS  
BASICAS E INGENIERÍA.**

**Director. Miguel Ángel Ramírez Niño**

**Codirector. Miguel Ángel Navarro Ramírez**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
VILLAVICENCIO**

**2018**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

Profesor Miguel Ángel Ramírez Niño  
Director

Villavicencio, julio de 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

*Al profesor **Miguel Ángel Ramírez Niño** director de la EPI, quien permitió que hiciera parte del grupo de investigación, para la ejecución del presente trabajo. También quiero agradecerle por la valiosa colaboración, dedicación y las enseñanzas que fueron primordiales para el desarrollo del presente trabajo.*

*Al profesor **Miguel Ángel Navarro Ramírez** director del grupo de investigación quien me permitió que fuera parte de este proyecto.*

*Al **personal técnico del Laboratorio de Química de la Universidad de los Llanos** por su disponibilidad durante el desarrollo de la EPI.*

## **DEDICATORIA**

*A Dios por darme fuerza, Fé y sabiduría para lograr culminar con éxito mi carrera profesional.*

*A mis padres Sigifredo Saavedra Zapata y Alba Cecilia Rodríguez Estrada por su apoyo incondicional, amor, sacrificios y dedicación durante estos años de mi vida que fueron primordiales para poder finalizar esta etapa de mi vida.*

*A mis abuelos Sigifredo Saavedra Rodríguez y Rosa Herminia Zapata que han sido un apoyo importante durante mi vida como estudiante.*

*A Jairo Andrés Pérez Correa y Luz Fatima Correa quienes fueron personas importantes durante el tiempo el desarrollo de mis estudios universitarios.*

*A Lino Cespedes quien con su valioso compromiso y sacrificio hizo posible parte del éxito de la culminación de esta etapa.*

*A Alejandra Barbosa neita de mi cora, por su amistad incondicional quien fue una persona que siempre me orientó a salir adelante y a no desfallecer en los momentos difíciles de mi vida.*

*A Sebastián Vallejo y Sharon Martínez mis hermanitos de corazón.*

*A Brian Torres, Yovanna Zanabria y Angélica León personas que durante este tiempo me han brindado una valiosa amistad.*

*Al ángel de mi guarda que siempre me protege y me acompaña en los momentos de mi vida.*

## TABLA DE CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| 1. <b>Resumen/Abstract</b> .....          | 9  |
| 2. <b>Planteamiento de problema</b> ..... | 11 |
| 3. <b>Objetivos</b> .....                 | 14 |
| 3.1 Objetivo general.....                 | 14 |
| 3.2 Objetivo específico.....              | 14 |
| 4. <b>Metodología</b> .....               | 15 |
| 4.1 Población de estudio.....             | 15 |
| 4.2 Toma de muestras.....                 | 15 |
| 4.3 Análisis fisicoquímico.....           | 16 |
| 5. <b>Resultados y discusión</b> .....    | 17 |
| 5.1 Cloruros.....                         | 17 |
| 5.2 Dureza total.....                     | 19 |
| 5.3 Hierro total.....                     | 21 |
| 5.4 Manganeseo.....                       | 22 |
| 5.5 Nitrato.....                          | 23 |
| 5.6 Nitrito.....                          | 25 |
| 5.7 pH.....                               | 27 |
| 5.8 Sodio.....                            | 30 |
| 5.9 Sólidos totales.....                  | 32 |
| 5.10 Turbiedad.....                       | 34 |
| 6. <b>Conclusiones</b> .....              | 36 |
| 7. <b>Bibliografía</b> .....              | 37 |

## LISTA DE FIGURAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <i>Figura 1. Grafica de caja y bigotes para los resultados de cloruros.....</i>        | <i>18</i>   |
| <i>Figura 2. Grafica de caja y bigotes para los resultados de dureza total.....</i>    | <i>20</i>   |
| <i>Figura 3. Grafica de caja y bigotes para los resultados de nitratos.....</i>        | <i>24</i>   |
| <i>Figura 4. Grafica de caja y bigotes para los resultados de nitritos.....</i>        | <i>26</i>   |
| <i>Figura 5. Grafica de caja y bigotes para los resultados de pH.....</i>              | <i>28</i>   |
| <i>Figura 6. Grafica de caja y bigotes para los resultados de sodio.....</i>           | <i>31</i>   |
| <i>Figura 7. Grafica de caja y bigotes para los resultados de solidos totales.....</i> | <i>33</i>   |
| <i>Figura 8. Grafica de caja y bigotes para los resultados de turbiedad.....</i>       | <i>35</i>   |

## LISTA DE TABLAS

|   | Pág.      |
|---|-----------|
| <i>Tabla 1. Resultados para cloruros para las muestras analizadas.....</i>        | <i>17</i> |
| <i>Tabla 2. Resultados para la dureza total para las muestras analizadas.....</i> | <i>19</i> |
| <i>Tabla 3. Resultados para el hierro total para las muestras analizadas.....</i> | <i>21</i> |
| <i>Tabla 4. Resultados para el manganeso para las muestras analizadas.....</i>    | <i>22</i> |
| <i>Tabla 5. Resultados para nitratos para las muestras analizadas.....</i>        | <i>23</i> |
| <i>Tabla 6. Resultados para nitritos para las muestras analizadas.....</i>        | <i>25</i> |
| <i>Tabla 7. Resultados para pH para las muestras analizadas.....</i>              | <i>27</i> |
| <i>Tabla 8. Resultados para sodio para las muestras analizadas.....</i>           | <i>30</i> |
| <i>Tabla 9. Resultados para solidos totales para las muestras analizadas.....</i> | <i>32</i> |
| <i>Tabla 10. Resultados para turbiedad para las muestras analizadas.....</i>      | <i>34</i> |



## 1. RESUMEN

En la ciudad de Villavicencio existe una alta demanda del consumo de agua envasada por parte de la comunidad, debido a la falta de confianza en el agua que provee el acueducto de la ciudad. Esta situación ha generado una proliferación de empresas procesadoras de agua envasada, las cuales deben garantizar la calidad de este producto cumpliendo con los parámetros fisicoquímicos contemplados en la Resolución 12186 de 1991. El objetivo de este estudio fue la evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua envasada que se comercializa por parte algunas empresas procesadoras en la ciudad de Villavicencio. El tamaño de la muestra fue de diez (10) empresas que corresponde a un total del 48% del total de las empresas registradas ante el INVIMA seccional Villavicencio. Los parámetros fisicoquímicos evaluados fueron los siguientes: cloruros, dureza total, hierro total, manganeso, nitrato, nitrito, pH, sodio, sólidos totales, turbiedad, los cuales se determinaron siguiendo la metodología *Standard Method for Examination of Water and Wastewater*. Los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos evaluados para las muestras de agua envasada en bolsas de 6 L durante los ocho (8) meses del muestreo, presentaron valores que se encuentran dentro de los valores máximos permitidos por la Resolución 12186 de 1991. Los resultados anteriores demuestran que las muestras de agua analizadas durante este estudio no presentan ningún riesgo para la salud, debido a que cumplen con los valores máximos admisibles.

**Palabras claves:** *agua envasada, calidad de agua, parámetros fisicoquímicos, Resolución 12186 de 1991.*

## ABSTRACT

Poppulation from Villavicencio does not have confidence in the quality of water that comes from the aqueduct, therefore it has a high consumption of bottled water, situation that has generated a great proliferation of bottled water companies. These companies must guarantee the quality of their product, under Resolution 12186 of 1991. The objective of this study is to evaluate the physico-chemical parameters of bottled water marketed by some of the processing companies in Villavicencio. In this city there are 21 companies registered with the INVIMA, of which a sample of ten (10) was taken, corresponding to 48% of the total. The physico-chemical parameters evaluated were: chlorides, total hardness, total iron, manganese, nitrate, nitrite, pH, sodium, total solids and turbidity. These parameters were determined following the Standard Method for Examination of Wastewater. The values of the parameters measured in the samples of water packed in 6-liter bags during eight (8) months of sampling, were within the maximum allowed in Resolution 12186 of 1991, therefore these samples do not represent a major risk to health .

**Keyword:** *bottled water, water quality, physicochemical parameters, Resolution 12186 of 1991.*

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El consumo de agua envasada ha tenido un crecimiento elevado en las últimas décadas <sup>1</sup>, este producto no era considerado de primera necesidad hace unos 15 a 20 años atrás en los hogares <sup>2</sup>. Hoy en día el escenario ha cambiado y en el mercado mundial existen cientos de marcas envasadas en botellas de plástico de vidrio, en bolsas de diferentes presentaciones y en recipientes de 20 L, esto ha llevado a que este producto sea uno de los de mayor crecimiento en el sector de bebidas no alcohólicas <sup>3</sup>.

El rápido crecimiento de este producto se debe a varios factores dentro de los que se destacan una mayor percepción de calidad por parte de las personas, que consideran que el agua envasada posee mejor sabor, mayor pureza, así como mayores beneficios para la salud (Houston área of Texas). Este producto en algunas regiones tiene una mayor facilidad de accesibilidad, debido a que los gobiernos municipales no pueden garantizar que el agua potable que suministran a los hogares y que llegan por el grifo sea de buena calidad <sup>4</sup>.

El aumento de la población mundial ha ocasionado una gran demanda de agua potable para el consumo humano, por lo que los gobiernos nacionales e internacionales hacen esfuerzos para que el agua que se consume sea de buena calidad <sup>5</sup>. Tanto el agua de grifo como el agua envasada para consumo humano, deben ser de buena calidad microbiológica y fisicoquímica, lo cual se logra con un adecuado proceso de desinfección durante el procesamiento de este producto.

---

1. FISHER, Michael., *et al.* Microbiological and Chemical Quality of Packaged Sachet water and household Stored Drinking Water in Freetown. Julio, 2015. En: PLoS ONE (10) 7: e 0131772. Doi10.1371/journal.pone0131772.p 1-17

2. DIDUCH, Malwina., *et al.* Chemical Quality of Bottled Waters: A Review. Agosto, 2011. En: Journal of Food Science. Vol. 76 p. 178-196.

3. I.M.M, Rahman., *et al.* Quality assessment of the non-carbonated bottled drinking water marketed in Bangladesh and comparison with tap water. Octubre, 2016. En: Food Control. Vol. 73 p 1149-1158.

4. MAKOV, T., *et al.* Better than bottled water? - Energy and climate change impacts of on the go drinking water stations. Sciencedirect [en línea] Noviembre, 2016.[revisado en mayo, 2018] En: Resour Conserv Recv. Disponible en internet: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.11.010>

5. CIDU, Rosa., *et al.* Drinking water quality: Comparing inorganic components in bottled water and Italian tap water. Diciembre, 2011.En: Journal of Food Composition and Analysis. Vol. 24 p. 184-193.

En el caso del agua envasada se tiene una preocupación sobre la calidad de este producto, por varias razones como son la probabilidad de contaminación, durante el proceso de producción, transporte y almacenamiento <sup>6</sup>. Además, existe una preocupación a nivel mundial en cuanto al contenido de sustancias químicas orgánicas e inorgánicas presentes en este producto que pueden afectar la calidad de este producto <sup>7</sup>. Algunas sustancias químicas pueden estar asociadas a problemas de salud, debido a una exposición prolongada, así como debido a la presencia de metales trazas presentes en los envases <sup>8</sup>. Algunos estudios demuestran que la calidad del agua está relacionada con ciertos parámetros fisicoquímicos <sup>9 10</sup>, que pueden ser medidos como son: pH, turbidez, sólidos totales, acidez, dureza total, dureza cálcica, alcalinidad, nitritos, nitratos, sodio, potasio, hierro, cloruros y cuyos valores dan una idea clara de la calidad del producto. Uno de estos parámetros que causa preocupación por su efecto toxicológico en los humanos son los nitratos. Estos se consideran contaminantes en concentraciones que superen los 50 mg/L, en aguas para consumo humano. Su presencia está asociado a enfermedades relacionados con cáncer, debido a que la ingesta de nitratos genera compuestos N-nitrosos por medio de una nitrosación endógena.

La gran demanda de agua envasada en el departamento del Meta, y en especial en la ciudad de Villavicencio, se debe al poco posicionamiento de la empresa de acueducto de la ciudad, como empresa líder en este sector, en lograr abastecer agua de óptima calidad a sus habitantes. Como alternativa del agua de grifo, se han generado una gran presencia de empresas envasadoras y comercializadoras de agua envasada para consumo humano.

---

6. SALEH, Al et al. of trace elements in household and bottled drinking water samples collected in Riyadh. En: Sci Total Environ 1998;216:181-192. Citado por IKEM, Abua en Chemical quality of bottled waters from three cities in eastern Alabama en la pag. 166.

7. SALEH, Mahmoud., et al., Chemical, microbial and physical evaluation of comercial bottled waters in greater Houston area of Texas. Septiembre, 2007 En: Journal of Environmental Science and Health Part A. Vol. 43 p. 335-347.

8. CIDU, Rosa., Op Cit., p. 187.

9. IKEM, Abua., et al., Chemical quality of bottled waters from three cities in eastern Alabama. Mayo,2001 En: The Science of the Total Environment. Vol. 285 p. 165-175.

10. NOURI, Doha Al, et al. Quality Characteristics of Commonly Consumed Drinking Water in Riyadh and Effect of Domestic Treatments on Its Chemical Constituents. 2014. En: Journal of Food and Nutrition Research. Vol. 2.1 p 25-33.

Esta situación pone en alerta al sistema de salud de la ciudad, ya que los ciudadanos consumen este producto, el cual puede estar contaminado, generando un foco de riesgo de posibles infecciones o enfermedades causadas por las condiciones en las cuales se realiza la potabilización y el envasado del producto.

Con este estudio se busca determinar la calidad fisicoquímica del agua envasada que se comercializa por parte de algunas empresas en la ciudad, respondiendo a una necesidad de la población en general; ya que el agua envasada se ha convertido en un producto de primera necesidad en los hogares de la ciudad de

Villavicencio y de esta manera contribuir al conocimiento sobre la calidad de este producto. Cada país tiene su norma específica que determina los rangos y parámetros permitidos para la comercialización del agua potable envasada, en Colombia rige la Resolución 12186 de 1991<sup>11</sup>, la cual fija las condiciones para los procesos de obtención, envasado y comercialización de agua potable tratada para consumo humano. Los resultados de este estudio ayudaran a comprender si realmente estas muestras de agua cumplen con los parámetros establecidos en la resolución anteriormente mencionada.

---

11. Resolución 12186 de 1991, Colombia. Por la cual se fijan las condiciones para los procesos de obtención, envasado y comercialización de agua potable tratada con destino al consumo humano

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 General**

- Determinar la calidad del agua envasada que se comercializa por parte algunas empresas procesadoras en la ciudad de Villavicencio.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Evaluar la calidad fisicoquímica del agua envasada según los parámetros establecidos en la Resolución 12186 de 1991 (Colombia, 1991) y Norma Técnica Colombiana 3525 (Icontec, 2012).
- Comparar los resultados obtenidos de los análisis con los parámetros establecidos por la Resolución 12186 de 1991.

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1 Población de estudio.**

Para la búsqueda de las empresas que se dedican al procesamiento y comercialización de agua envasada para el consumo humano, se solicitó información al Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima) de la ciudad de Villavicencio, el cual proporcionó un censo del año 2016. En dicho censo se encontró un total de 52 empresas dedicadas a esta actividad. Se aplicaron los criterios de selección para determinar la población de estudio, dentro de los criterios utilizados fueron: se encontrarán dentro del área urbana, que a la fecha del inicio del proyecto tuviera concepto sanitario favorable por el Invima, que estuvieran en funcionamiento en el momento de la realización del estudio y que comercializaran agua en bolsas de 6 L. Una vez aplicados los anteriores criterios de selección se obtuvo una población de estudio de 21 empresas procesadoras, envasadoras y comercializadoras de agua en presentación de bolsas de 6 L. A dicha población de estudio se aplicó un muestreo probabilístico aleatorio simple, donde finalmente se obtuvo un tamaño de muestra de 10 empresas que corresponden a un 48% del total de la población de estudio.

### **4.2 Toma de muestras**

Una vez identificadas las empresas objeto de estudio, se diseñó el plan de muestreo el cual consistió en realizar el estudio durante ocho (8) meses. La toma de muestra se realizó siguiendo la Resolución 12186 de 1991 “Por la cual se fijan las condiciones para los procesos de obtención, envasado y comercialización de agua potable tratada con destino al consumo humano”. Se tomaron de manera aleatoria cinco (5) bolsas de agua en presentación de 6 L correspondiente al mismo lote, tres (3) para el análisis microbiológico, una (1) para análisis fisicoquímico y una (1) como contra muestra. Las muestras de agua se almacenaron y se transportaron en condiciones higiénicas y a la misma temperatura ambiente de muestreo hasta el laboratorio de aguas y el laboratorio de química para posteriores análisis

### **4.3 Análisis Fisicoquímico**

Estos análisis se realizaron en el laboratorio de química y laboratorio de aguas de la Universidad de los Llanos, a cada una de las muestras de las diez (10) empresas en un periodo de ocho (8) meses. Los parámetros fisicoquímicos analizados fueron los siguientes: cloruros método de titulación según Standard Methods 4500 Cl B, dureza total método volumétrico con EDTA según Standard Method 2340 C, hierro total Absorción atómica según Standard Methods 3111 B, manganeso Absorción atómica según Standard Methods 3111 B, nitratos método espectrofotométrico UV-VIS según Standard Methods 4500 NO<sub>3</sub> B, nitritos método calorimétrico (N-(1-naftil)-etilendiamina) según Standard Methods 4500 NO<sub>2</sub> B, pH método potencio métrico según Standard Methods SM 4500 H+B, sodio Absorción atómica según Standard Methods 3111 B, sólidos totales método gravimétrico según Standard Methods 2540, turbiedad (unidades nefelométricas) según Standard Methods 2130 B.



## 5. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1 Cloruros

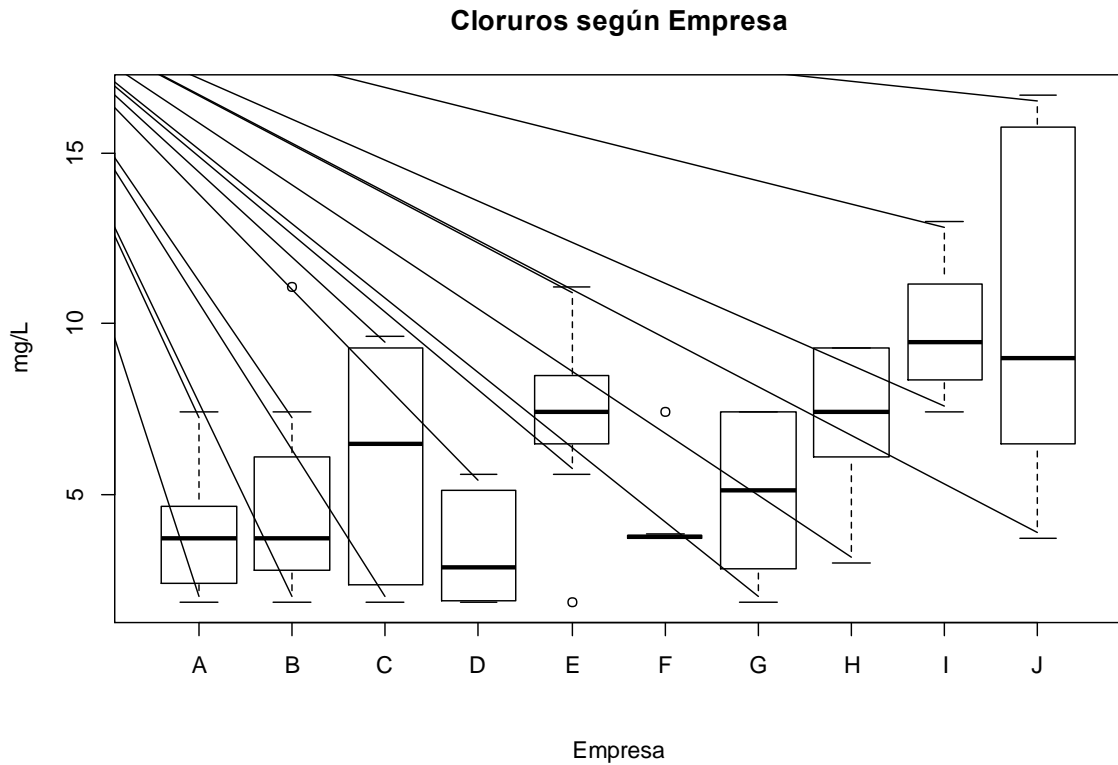
Los cloruros fueron analizados por el método titulación según Standard Methods 4500 Cl B. El ion cloruro es uno de los iones más difundidos en las aguas naturales, es un ion que en concentraciones elevadas está relacionado como indicador de contaminación de las aguas debido a la acción del hombre. El valor máximo permisible por la resolución 12186 de 1991 es de 250 mg/L, cuando las aguas envasadas contienen este valor se pueden percibir un sabor salado si el ion cloruro está asociado a iones como sodio o potasio. En la tabla # 1 se presentan los resultados obtenidos para cloruros en las muestras de agua envasada analizadas de cada una de las empresas evaluadas durante los ocho meses de muestreo.

Tabla 1. Resultados para Cloruros para las muestras analizadas

| Parámetro físicoquímico: | Cloruros (mg/L) |      |       | Valor admisible: 250 mg/L |      |      |      |      |
|--------------------------|-----------------|------|-------|---------------------------|------|------|------|------|
| Muestreo<br>Empresa      | M1              | M2   | M3    | M4                        | M5   | M6   | M7   | M8   |
| Empresa A                | 7,43            | 3,71 | 5,57  | 3,71                      | 1,85 | 1,85 | 2,89 | 3,75 |
| Empresa B                | 11,1            | 2,78 | 1,85  | 3,71                      | 3,75 | 2,78 | 4,78 | 7,43 |
| Empresa C                | 9,28            | 2,78 | 1,900 | 1,85                      | 5,57 | 7,43 | 9,64 | 9,28 |
| Empresa D                | 5,57            | 3,71 | 2,00  | 1,85                      | 1,85 | 4,64 | 1,92 | 5,57 |
| Empresa E                | 7,43            | 7,43 | 7,43  | 1,85                      | 9,28 | 5,57 | 7,71 | 11,1 |
| Empresa F                | 7,43            | 3,71 | 3,75  | 3,71                      | 3,75 | 3,75 | 3,85 | 3,75 |
| Empresa G                | 7,43            | 4,64 | 3,75  | 1,85                      | 7,43 | 5,57 | 1,92 | 7,43 |
| Empresa H                | 9,28            | 9,28 | 2,97  | 7,43                      | 7,43 | 7,43 | 4,78 | 9,28 |
| Empresa I                | 11,14           | 13   | 7,43  | 7,43                      | 9,28 | 9,28 | 9,64 | 11,2 |
| Empresa J                | 7,43            | 7,43 | 5,57  | 3,71                      | 16,7 | 16,7 | 10,6 | 14,8 |

De la tabla 1, se observan que los valores obtenidos para cloruros en cada una de las muestras analizadas se encuentran muy por debajo del valor admisible. A los resultados anteriores se les realizó un análisis exploratorio utilizando diagramas de cajas y bigotes, con el fin de observar el comportamiento general de los datos.

Figura 1. Grafica de caja y bigotes para los resultados de Cloruros



La gráfica 1 de cajas y bigotes muestran que los valores de Cloruro están muy por debajo del máximo aceptado. De los gráficos de cajas y bigotes de cada una de las empresas se observa que la empresa J presenta en general los valores más altos y la mayor dispersión mes a mes. Las empresas D y F presentan los valores más bajos y también los menos dispersos.

## 5.2 Dureza total

La dureza total fue analizada por el método volumétrico con EDTA según Standard Methods 2340 C. La dureza total se deriva de la presencia de iones magnesio y calcio, los cuales en elevadas concentraciones generan un tipo de agua que se conoce como dura, para el caso del agua envasada la resolución 12186 de 1991 permite un valor admisible máximo de 150 mg/L, cuando las agua envasadas contienen valores muy por encima de este, puede generar precipitados de carbonato de calcio cuando estas se calientan. En la tabla # 2 se presentan los resultados obtenidos para la dureza total en las muestras de agua envasada analizadas de cada una de las empresas evaluadas durante los ocho meses de muestreo.

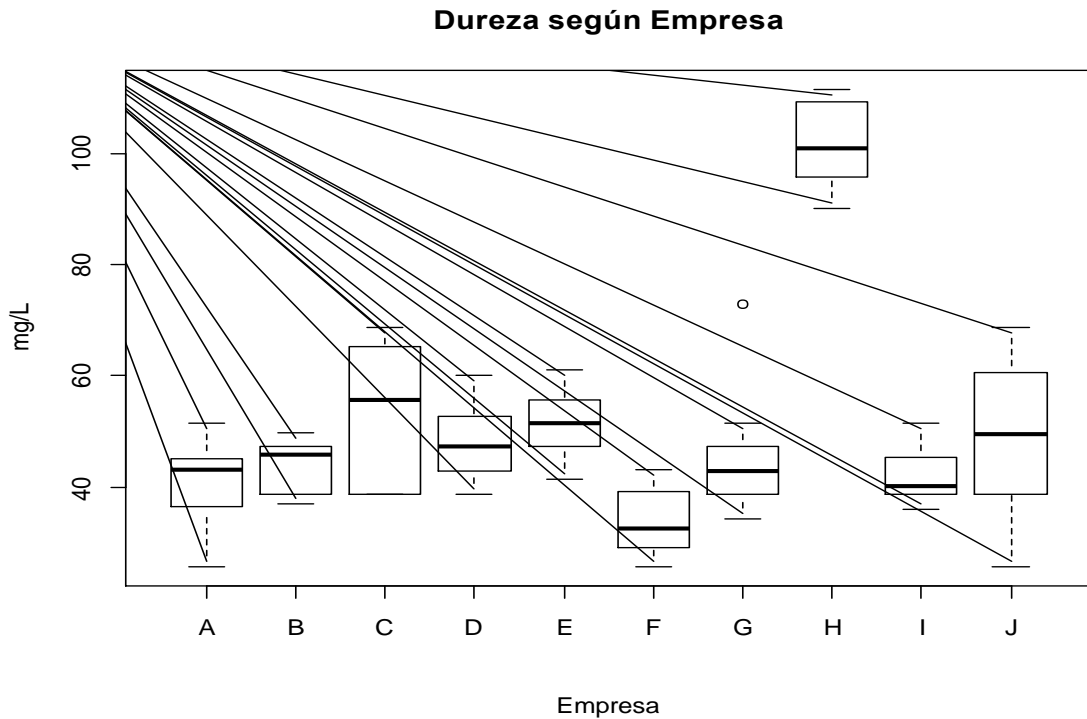
Tabla 2. Resultados para la Dureza total para las muestras analizadas

| Parámetro físicoquímico: | Dureza total (mg/L) |       |      | Valor admisible: 150 mg/L |       |       |      |       |
|--------------------------|---------------------|-------|------|---------------------------|-------|-------|------|-------|
| Muestreo<br>Empresa      | M1                  | M2    | M3   | M4                        | M5    | M6    | M7   | M8    |
| Empresa A                | 34,4                | 51,5  | 25,7 | 38,6                      | 47,2  | 43,0  | 43,0 | 43,0  |
| Empresa B                | 37,0                | 47,2  | 38,6 | 38,6                      | 47,2  | 49,8  | 44,6 | 47,2  |
| Empresa C                | 38,7                | 38,6  | 38,6 | 47,2                      | 68,7  | 66,1  | 64,4 | 64,4  |
| Empresa D                | 40,4                | 45,5  | 38,6 | 47,2                      | 51,5  | 47,2  | 60,1 | 54,1  |
| Empresa E                | 41,3                | 47,2  | 51,5 | 47,2                      | 60,1  | 51,5  | 51,5 | 61,0  |
| Empresa F                | 43,0                | 28,3  | 39,6 | 25,7                      | 35,2  | 30,0  | 30,0 | 38,6  |
| Empresa G                | 38,7                | 42,9  | 38,6 | 43,0                      | 51,5  | 43,0  | 34,3 | 73,0  |
| Empresa H                | 99,0                | 111,6 | 90,2 | 94,5                      | 111,6 | 103,1 | 97,0 | 107,4 |
| Empresa I                | 47,3                | 36,0  | 38,6 | 40,0                      | 43,6  | 40,3  | 38,6 | 51,5  |
| Empresa J                | 43,0                | 38,6  | 25,7 | 38,6                      | 55,8  | 61,0  | 68,7 | 60,1  |

De la tabla 2, se observan que los valores obtenidos para la dureza total en cada una de las muestras analizadas se encuentran muy por debajo del valor admisible. A los resultados anteriores se les realizó un análisis exploratorio utilizando

diagramas de cajas y bigotes, con el fin de observar el comportamiento general de los datos.

Figura 2. Grafica de caja y bigotes para los resultados de Dureza total



La figura 2 de las gráficas de cajas y bigotes muestran que los valores de dureza total están muy por debajo del máximo aceptado. De los gráficos de cajas y bigotes de cada una de las empresas se observa que la empresa H presenta en general los valores más altos mes a mes. Las empresas A, C y J presentan la mayor dispersión. El resto de empresas tienen valores muy homogéneos y similares entre ellas.

### 5.3 Hierro Total

El hierro total fue analizado por Absorción atómica según Standard Methods 3111 B. El hierro es uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre y se encuentra en aguas naturales en concentraciones de 0,5 – 50 mg/L, es un elemento esencial en la nutrición humana en concentraciones que van de 10 – 50 mg/día. El valor admisible como máximo en la resolución 12186 de 1991 es de 0.3 mg/L, concentraciones por encima de este valor se consideran que repercuten en las propiedades organolépticas. En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos para el hierro total en las muestras de agua emvasada analizadas de cada una de las empresas evaluadas durante los ocho meses de muestreo.

Tabla 3. Resultados para el Hierro total para las muestras analizadas

| <b>Parámetro físicoquímico:</b>   | <b>Hierro Total (mg/L)</b> |           |           | <b>Valor admisible: 0.3 mg/L</b> |           |           |           |           |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Muestreo</b><br><b>Empresa</b> | <b>M1</b>                  | <b>M2</b> | <b>M3</b> | <b>M4</b>                        | <b>M5</b> | <b>M6</b> | <b>M7</b> | <b>M8</b> |
| Empresa A                         | N.D                        | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa B                         | N.D                        | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa C                         | N.D                        | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa D                         | N.D                        | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa E                         | N.D                        | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa F                         | N.D                        | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa G                         | N.D                        | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa H                         | N.D                        | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa I                         | N.D                        | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa J                         | N.D                        | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |

De la tabla 3 se observa que los resultados de Hierro total, para cada una de las muestras de agua emvasada fueron no detectables, debido a que se encuentran en concentraciones por debajo del límite de detección de la técnica utilizada.

## 5.4 Manganeso

El manganeso fue analizado por Absorción atómica según Standard Methods 3111 B. La presencia de manganeso en el agua de consumo puede tener lugar a la acumulación de depósitos en los sistemas de distribución. El valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el manganeso es cuatro veces mayor que el mencionado umbral de aceptabilidad de 0,1 mg/l. El valor admisible como máximo en la resolución 12186 de 1991 es de 0,1 mg/L, la presencia de manganeso en concentraciones mayores que a este valor en el agua produce un sabor no deseable. En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos para el Manganeso en las muestras de agua envasada analizadas de cada una de las empresas evaluadas durante los ocho meses de muestreo.

Tabla 4. Resultados para el Manganeso para las muestras analizadas

| <b>Parámetro físicoquímico:</b>   | <b>Manganeso (mg/L)</b> |           |           | <b>Valor admisible: 0.1 mg/L</b> |           |           |           |           |
|-----------------------------------|-------------------------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Muestreo</b><br><b>Empresa</b> | <b>M1</b>               | <b>M2</b> | <b>M3</b> | <b>M4</b>                        | <b>M5</b> | <b>M6</b> | <b>M7</b> | <b>M8</b> |
| Empresa A                         | N.D                     | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa B                         | N.D                     | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa C                         | N.D                     | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa D                         | N.D                     | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa E                         | N.D                     | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa F                         | N.D                     | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa G                         | N.D                     | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa H                         | N.D                     | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa I                         | N.D                     | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |
| Empresa J                         | N.D                     | N.D       | N.D       | N.D                              | N.D       | N.D       | N.D       | N.D       |

De la tabla 4 se observa que los resultados para Manganeso, en cada una de las muestras de agua envasada fueron no detectables, debido a que se encuentran en concentraciones muy por debajo del límite de detección de la técnica utilizada.

## 5.5 Nitrato

El nitrato fue analizado por el método espectrofotométrico UV-VIS según Standard methods 4500 NO<sub>3</sub> B. El nitrato es un ion de origen natural que forman parte del ciclo del nitrógeno. El nitrato se utiliza principalmente en fertilizantes inorgánicos. La concentración de nitrato en aguas subterráneas y superficiales suele ser baja, pero puede llegar a ser alta por filtración o escorrentía de tierras agrícolas o debido a la contaminación por residuos humanos o animales como consecuencia de la oxidación del amoníaco y fuentes similares. El valor admisible como máximo en la resolución 12186 de 1991 es de 15 mg/L, estudios demuestran que valores superiores está relacionado con la enfermedad, denominada metahemoglobinemia, que produce cianosis y, en concentraciones más altas asfixia. En la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos para el Nitrato en las muestras de agua envasada de cada una de las empresas evaluadas durante los ocho meses de muestreo.

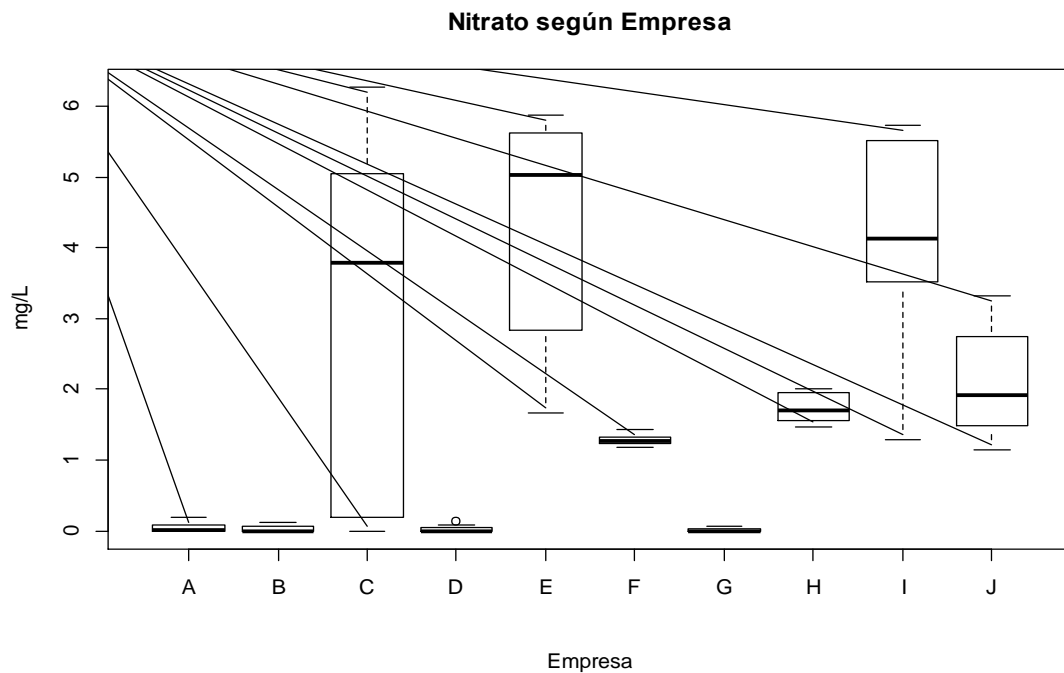
Tabla 5. Resultados para el Nitrato para las muestras analizadas

| Parámetro físicoquímico: | Nitrato (mg/L) |      |      | Valor admisible: 15 mg/L |      |      |      |      |
|--------------------------|----------------|------|------|--------------------------|------|------|------|------|
| Muestreo<br>Empresa      | M1             | M2   | M3   | M4                       | M5   | M6   | M7   | M8   |
| Empresa A                | 0,00           | 0,10 | 0,00 | 0,00                     | 0,06 | 0,00 | 0,01 | 0,19 |
| Empresa B                | 0,00           | 0,06 | 0,00 | 0,00                     | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,12 |
| Empresa C                | 0,26           | 0,11 | 0,00 | 6,27                     | 5,28 | 4,83 | 3,92 | 3,67 |
| Empresa D                | 0,00           | 0,09 | 0,00 | 0,00                     | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,14 |
| Empresa E                | 4,57           | 3,71 | 5,51 | 5,52                     | 5,73 | 1,66 | 5,87 | 1,97 |
| Empresa F                | 1,29           | 1,35 | 1,27 | 1,19                     | 1,28 | 1,25 | 1,23 | 1,44 |
| Empresa G                | 0,00           | 0,06 | 0,00 | 0,00                     | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| Empresa H                | 1,98           | 2,00 | 1,93 | 1,66                     | 1,65 | 1,46 | 1,48 | 1,76 |
| Empresa I                | 3,64           | 5,54 | 1,29 | 4,10                     | 4,18 | 3,39 | 5,49 | 5,74 |
| Empresa J                | 1,32           | 1,69 | 1,14 | 1,65                     | 2,16 | 2,54 | 2,94 | 3,33 |

De la tabla 5, se observan que los valores obtenidos para el Nitrato en cada una de las muestras analizadas se encuentran muy por debajo del valor admisible. A los

resultados anteriores se les realizo un análisis exploratorio utilizando diagramas de cajas y bigotes, con el fin de observar el comportamiento general de los datos.

Figura 3. Grafica de caja y bigotes para los resultados de Nitratos



La figura 3 muestra el gráfico de cajas y bigotes de cada una de las empresas, se observa que las empresas A, B, D y G presentan los valores más bajos y muy poco dispersos. Las empresas I y E presentan los valores más altos, la marca C presenta la mayor dispersión.



## 5.6 Nitrito

El nitrito fue analizado por el método colorimétrico (N-(1-naftil)-etilendiamina) según Standard Methods 4500 NO<sub>2</sub> B. El nitrito es un ion de origen natural que forman parte del ciclo del nitrógeno, el nitrito sódico es utilizado como conservante alimentario, especialmente para las carnes curadas. Las condiciones anaerobias pueden favorecer la formación y persistencia del nitrito. La cloraminación podría ocasionar la formación de nitrito en el sistema de distribución si no se controla debidamente la formación de cloramina. La formación de nitrito es consecuencia de la actividad microbiana y puede ser intermitente. El valor admisible como máximo en la resolución 12186 de 1991 es de 0,1 mg/L, estudios demuestran que valores superiores está relacionado con la enfermedad, denominada metahemoglobinemia, que produce cianosis y, en concentraciones más altas asfixia. En la tabla 6 se presentan los resultados obtenidos para el Nitrito en las muestras de agua envasada de cada una de las empresas evaluadas durante los ocho meses de muestreo.

Tabla 6. Resultados para el Nitrito para las muestras analizadas

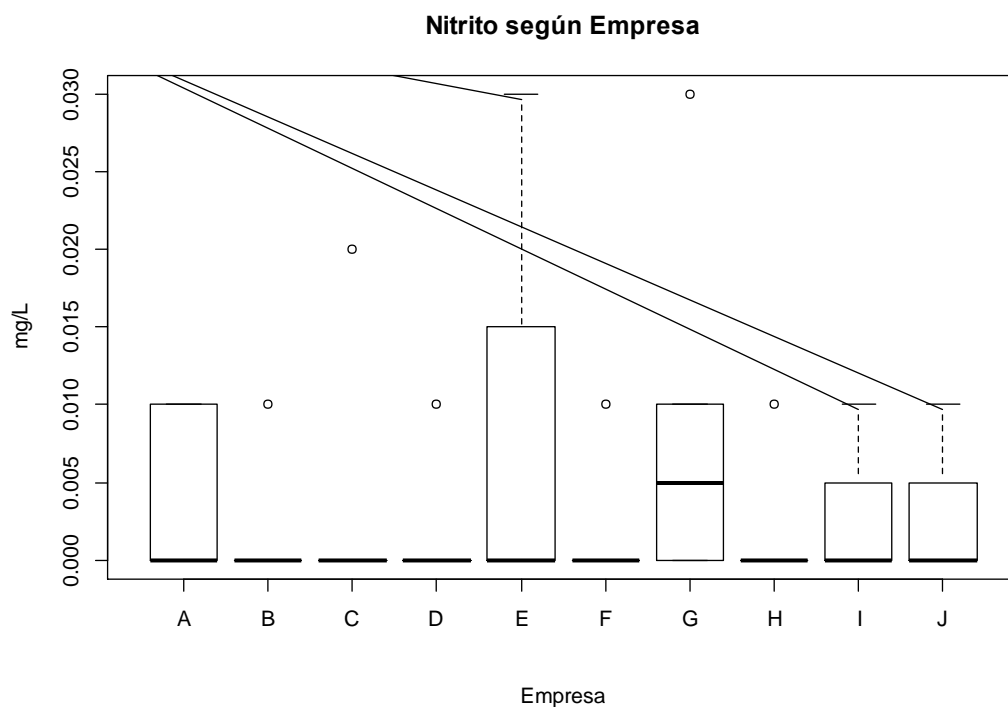
| Parámetro físicoquímico: | Nitritos (mg/L) |      |      | Valor admisible: 0.1 mg/L |      |      |      |      |
|--------------------------|-----------------|------|------|---------------------------|------|------|------|------|
| Muestreo<br>Empresa      | M1              | M2   | M3   | M4                        | M5   | M6   | M7   | M8   |
| Empresa A                | 0,01            | 0,00 | 0,00 | 0,00                      | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Empresa B                | 0,00            | 0,00 | 0,00 | 0,00                      | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Empresa C                | 0,00            | 0,00 | 0,00 | 0,00                      | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| Empresa D                | 0,00            | 0,00 | 0,00 | 0,00                      | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Empresa E                | 0,00            | 0,00 | 0,00 | 0,00                      | 0,03 | 0,03 | 0,00 | 0,00 |
| Empresa F                | 0,00            | 0,00 | 0,00 | 0,00                      | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Empresa G                | 0,00            | 0,01 | 0,00 | 0,00                      | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |
| Empresa H                | 0,00            | 0,00 | 0,00 | 0,00                      | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Empresa I                | 0,00            | 0,00 | 0,01 | 0,00                      | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Empresa J                | 0,00            | 0,00 | 0,00 | 0,00                      | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |

De la tabla 6, se observan que los valores obtenidos para el Nitrito en cada una de las muestras analizadas se encuentran muy por debajo del valor admisible. A los

resultados anteriores se les realizo un análisis exploratorio utilizando diagramas de cajas y bigotes, con el fin de observar el comportamiento general de los datos.

La figura 4, muestra el gráfico de caja y bigotes para cada una de las empresas en cada uno de los meses muestreados, el valor del Nitrito es muy inferior al valor admisible máximo de 0,1mg/L. El máximo valor medido fue de 0,03 mg/L. A excepción de las empresas E y G, los resultados son muy bajos y bastante homogéneos, cercanos a 0,01 mg/L. Las empresas E y G presentan los mayores valores y la mayor dispersión.

Figura 4. Grafica de caja y bigotes para los resultados de Nitritos



## 5.7 pH

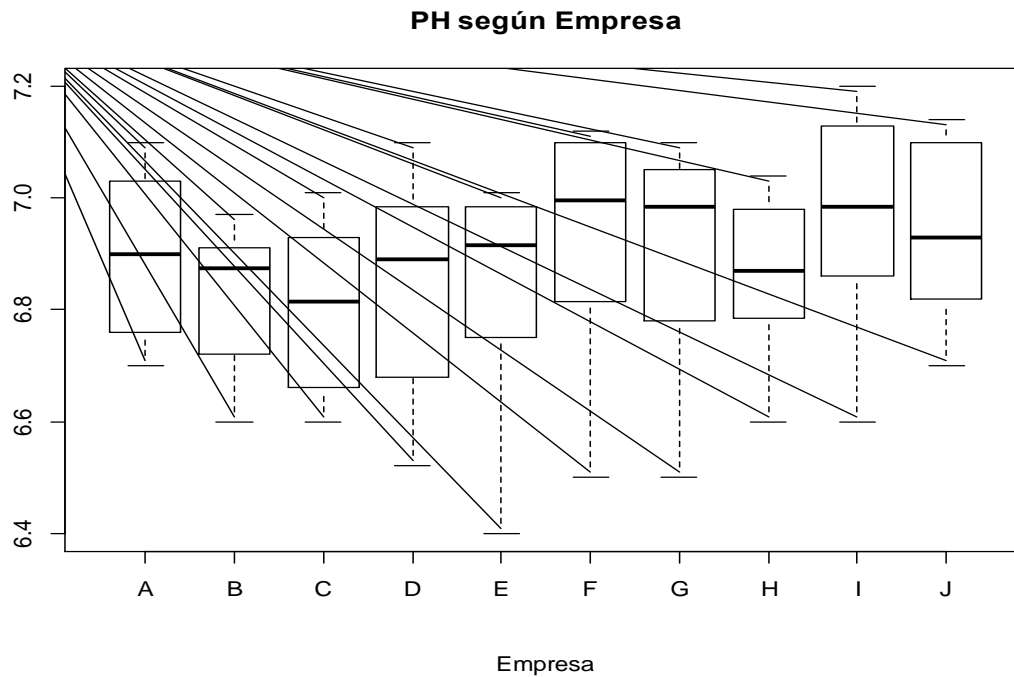
El pH se determinó según el método potenciométrico según Standard Methods SM 4500 H+B. El pH está directamente relacionado con la presencia de elementos que pueden acidificar el agua, no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el pH. Aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua. El valor admisible como rango en la resolución 12186 de 1991 es de 6,5 – 9,0, un pH inferior a 6,5 o superior a 9,2 afecta notablemente a la potabilidad del agua. En la tabla 7 se presentan los resultados obtenidos para el pH en las muestras de agua envasada de cada una de las empresas evaluadas durante los ocho meses de muestreo.

Tabla 7. Resultados para el pH para las muestras analizadas

| Parámetro físicoquímico: | pH   |      |      | Valor admisible: 6.5 - 9.0 |      |      |      |      |
|--------------------------|------|------|------|----------------------------|------|------|------|------|
| Muestreo<br>Empresa      | M1   | M2   | M3   | M4                         | M5   | M6   | M7   | M8   |
| Empresa A                | 6,70 | 6,72 | 7,10 | 7,10                       | 6,90 | 6,96 | 6,90 | 6,80 |
| Empresa B                | 6,60 | 6,60 | 6,90 | 6,84                       | 6,92 | 6,97 | 6,85 | 6,90 |
| Empresa C                | 6,60 | 6,80 | 6,96 | 7,01                       | 6,90 | 6,83 | 6,71 | 6,61 |
| Empresa D                | 6,60 | 6,52 | 6,96 | 7,01                       | 7,10 | 6,94 | 6,84 | 6,76 |
| Empresa E                | 6,40 | 6,63 | 7,00 | 7,01                       | 6,93 | 6,97 | 6,87 | 6,90 |
| Empresa F                | 6,50 | 6,70 | 7,10 | 6,98                       | 7,12 | 7,10 | 7,01 | 6,93 |
| Empresa G                | 6,50 | 6,66 | 7,10 | 7,00                       | 7,10 | 7,00 | 6,97 | 6,90 |
| Empresa H                | 6,60 | 6,84 | 7,00 | 6,96                       | 7,04 | 6,90 | 6,77 | 6,80 |
| Empresa I                | 6,60 | 6,90 | 7,10 | 7,16                       | 7,20 | 7,05 | 6,92 | 6,82 |
| Empresa J                | 6,70 | 6,80 | 7,10 | 7,10                       | 7,14 | 6,96 | 6,84 | 6,90 |

De la tabla 7, se observan que los valores obtenidos para el pH en cada una de las muestras analizadas se encuentran dentro del rango de valores admisibles. A los resultados anteriores se les realizó un análisis exploratorio utilizando diagramas de cajas y bigotes, con el fin de observar el comportamiento general de los datos.

Figura 5. Grafica de caja y bigotes para los resultados de pH



La figura 5, muestra el gráfico de caja y bigotes para cada una de las empresas en cada uno de los meses muestreados, se observa que los valores de pH en cada una de las empresas evaluadas se encuentran dentro del rango establecido como valor admisible, a excepción para la muestra de la empresa E en el primer muestreo que tuvo un valor de pH de 6,4.

## 5.8 Sodio

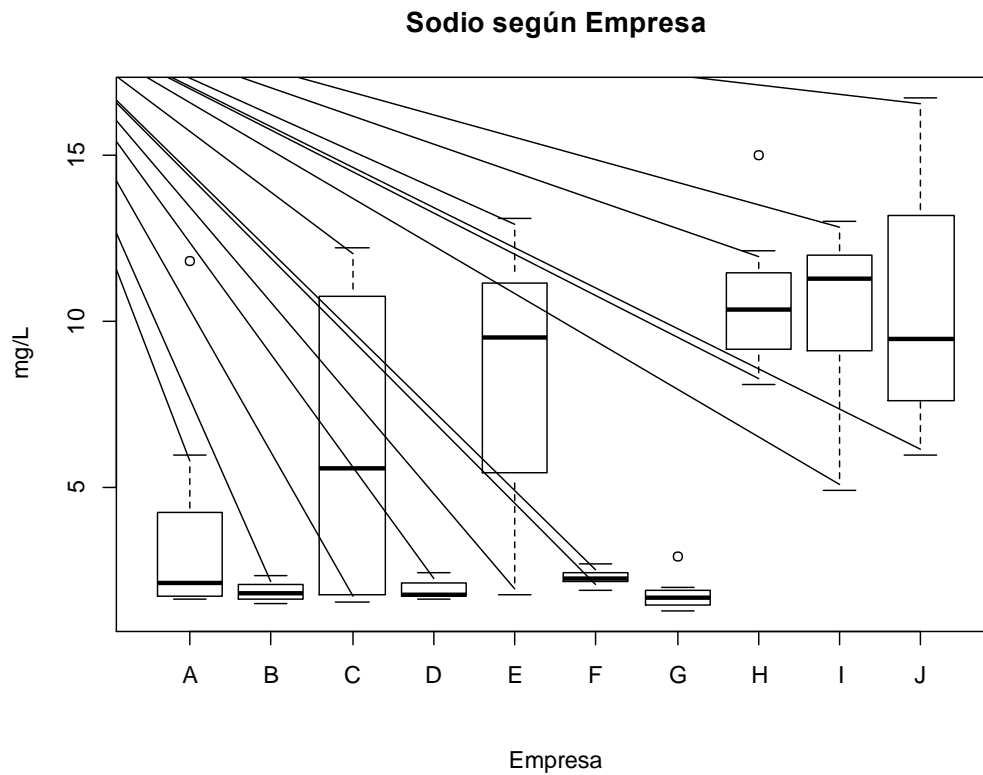
El sodio fue analizado por Absorción atómica según Standard Methods 3111 B. El sodio principalmente se encuentra en forma de cloruro de sodio, la sal de los alimentos. Generalmente en las aguas potables la concentración del sodio es de 20 mg/L. No se pueden hacer conclusiones definitivas con respecto a la posible asociación entre la presencia de sodio en el agua de consumo y la hipertensión. Por consiguiente, no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud. El valor admisible como máximo en la resolución 12186 de 1991 es de 200 mg/L, si las concentraciones rebasan los 200 mg/l, el agua podría tener un gusto inaceptable. En la tabla 8 se presentan los resultados obtenidos para el sodio en las muestras de agua envasada de cada una de las empresas evaluadas durante los ocho meses de muestreo.

Tabla 8. Resultados para el sodio para las muestras analizadas

| <b>Parámetro físicoquímico:</b> | sodio (mg/L) |           |           | Valor admisible: 200 mg/L |           |           |           |           |
|---------------------------------|--------------|-----------|-----------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                 | <b>M1</b>    | <b>M2</b> | <b>M3</b> | <b>M4</b>                 | <b>M5</b> | <b>M6</b> | <b>M7</b> | <b>M8</b> |
| <b>Muestreo</b>                 |              |           |           |                           |           |           |           |           |
| <b>Empresa</b>                  |              |           |           |                           |           |           |           |           |
| Empresa A                       | 1,73         | 1,71      | 5,99      | 11,80                     | 2,48      | 1,98      | 2,24      | 1,65      |
| Empresa B                       | 1,51         | 1,57      | 1,67      | 1,90                      | 2,36      | 1,85      | 2,23      | 1,74      |
| Empresa C                       | 2,14         | 1,54      | 1,79      | 1,77                      | 11,20     | 9,00      | 12,20     | 10,30     |
| Empresa D                       | 1,74         | 1,64      | 1,72      | 1,77                      | 2,35      | 1,93      | 2,42      | 1,71      |
| Empresa E                       | 8,70         | 7,42      | 10,90     | 1,77                      | 11,40     | 10,30     | 13,10     | 3,46      |
| Empresa F                       | 2,14         | 1,89      | 2,20      | 2,54                      | 2,37      | 2,23      | 2,70      | 2,26      |
| Empresa G                       | 1,64         | 1,49      | 1,68      | 2,90                      | 2,00      | 1,77      | 1,45      | 1,30      |
| Empresa H                       | 12,10        | 8,10      | 10,30     | 9,65                      | 8,65      | 10,40     | 10,80     | 15,00     |
| Empresa I                       | 11,30        | 11,50     | 4,92      | 11,20                     | 9,60      | 8,60      | 12,50     | 13,00     |
| Empresa J                       | 9,60         | 6,90      | 5,99      | 11,80                     | 9,30      | 8,30      | 14,50     | 16,70     |

De la tabla 8, se observan que los valores obtenidos para el sodio en cada una de las muestras analizadas se encuentran muy por debajo del valor admisible. A los resultados anteriores se les realizó un análisis exploratorio utilizando diagramas de cajas y bigotes, con el fin de observar el comportamiento general de los datos.

Figura 6. Grafica de caja y bigotes para los resultados de sodio



La figura 6, muestra el gráfico de caja y bigotes para cada una de las empresas en cada uno de los meses muestreados, se observa que los valores del sodio son muy inferiores al valor admisible de 200 mg/L. Las empresas B, D, F y G presentan valores muy bajos y homogéneos. Las marcas C, E, I y J presentan la mayor dispersión.

## 5.9 Sólidos totales

Los sólidos totales se determinaron por el Método Gravimétrico según Standard Methods 2540. Los sólidos totales miden específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2,0  $\mu\text{m}$ . Los sólidos totales en concentraciones altas en aguas para consumo humano, son por lo general de mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor. No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para los sólidos totales. El valor admisible como máximo en la resolución 12186 de 1991 es de 200 mg/L, si las concentraciones rebasan los 200 mg/l, la palatabilidad del agua podría disminuir progresivamente. En la tabla 9 se presentan los resultados obtenidos para los sólidos totales en las muestras de agua envasada de cada una de las empresas evaluadas durante los ocho meses de muestreo.

Tabla 9. Resultados para los sólidos totales para las muestras analizadas

| <b>Parámetro físicoquímico:</b> | Sólidos totales (mg/L)<br>admisible: 200 mg/L |           |           |           |           |           |           |           |
|---------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Muestreo</b>                 | Valor   |           |           |           |           |           |           |           |
| <b>Empresa</b>                  | <b>M1</b>                                     | <b>M2</b> | <b>M3</b> | <b>M4</b> | <b>M5</b> | <b>M6</b> | <b>M7</b> | <b>M8</b> |
| Empresa A                       | 31,0  | 30,0      | 32,0      | 30,0      | 40,0      | 34,0      | 37,0      | 40,0      |
| Empresa B                       | 28,0  | 34,0      | 30,0      | 30,0      | 36,0      | 30,0      | 35,0      | 33,0      |
| Empresa C                       | 26,0  | 34,0      | 40,0      | 38,0      | 35,0      | 38,0      | 36,0      | 40,0      |
| Empresa D                       | 37,0  | 30,0      | 34,0      | 38,0      | 40,0      | 36,0      | 38,0      | 40,0      |
| Empresa E                       | 34,0  | 35,0      | 36,0      | 38,0      | 35,0      | 30,0      | 33,0      | 29,0      |
| Empresa F                       | 31,0  | 40,0      | 40,0      | 38,0      | 40,0      | 38,0      | 39,0      | 35,0      |
| Empresa G                       | 30,0  | 36,0      | 35,0      | 37,0      | 39,0      | 35,0      | 37,0      | 40,0      |
| Empresa H                       | 28,0  | 34,6      | 30,0      | 33,0      | 35,0      | 39,0      | 37,0      | 30,0      |
| Empresa I                       | 26,0  | 40,0      | 41,0      | 38,0      | 40,0      | 42,0      | 40,0      | 44,0      |
| Empresa J                       | 34,0  | 28,0      | 32,0      | 30,0      | 36,0      | 40,0      | 38,0      | 42,0      |

De la tabla 9, se observan que los valores obtenidos para los sólidos totales en cada una de las muestras analizadas se encuentran muy por debajo del valor admisible. A los resultados anteriores se les realizó un análisis exploratorio utilizando

diagramas de cajas y bigotes, con el fin de observar el comportamiento general de los datos.

Figura 7. Grafica de caja y bigotes para los resultados de solidos totales



La figura 7, muestra el gráfico de caja y bigotes para cada una de las empresas en cada uno de los meses muestreados, se observa que los valores de los sólidos totales son muy inferiores al valor admisible de 200 mg/L. El máximo valor medido fue de 44,0 mg/L. Las empresas A, D, H y J presentan la mayor dispersión.



### 5.10 Turbiedad

La turbiedad se determinó según Standard Methods 2130 B. La turbiedad en el agua de consumo se puede deber a la presencia de material particulado que puede encontrarse en el agua de origen, como consecuencia de un filtrado inadecuado, o debido a que durante el proceso de distribución se lleva a cabo una nueva sedimentación. Otros factores pueden ser la presencia de partículas de materia inorgánica en algunas aguas subterráneas o al desprendimiento de biopelículas en el sistema de distribución. Además, la turbiedad es un parámetro de calidad importante en el control de los procesos de tratamiento, y puede indicar la existencia de problemas, sobre todo en la coagulación y sedimentación y en la filtración. No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para la turbidez. El valor admisible como máximo en la resolución 12186 de 1991 es de 2 Unidades nefelométricas (UNT). En la tabla 10 se presentan los resultados obtenidos para la turbiedad en las muestras de agua envasada de cada una de las empresas evaluadas durante los ocho meses de muestreo.

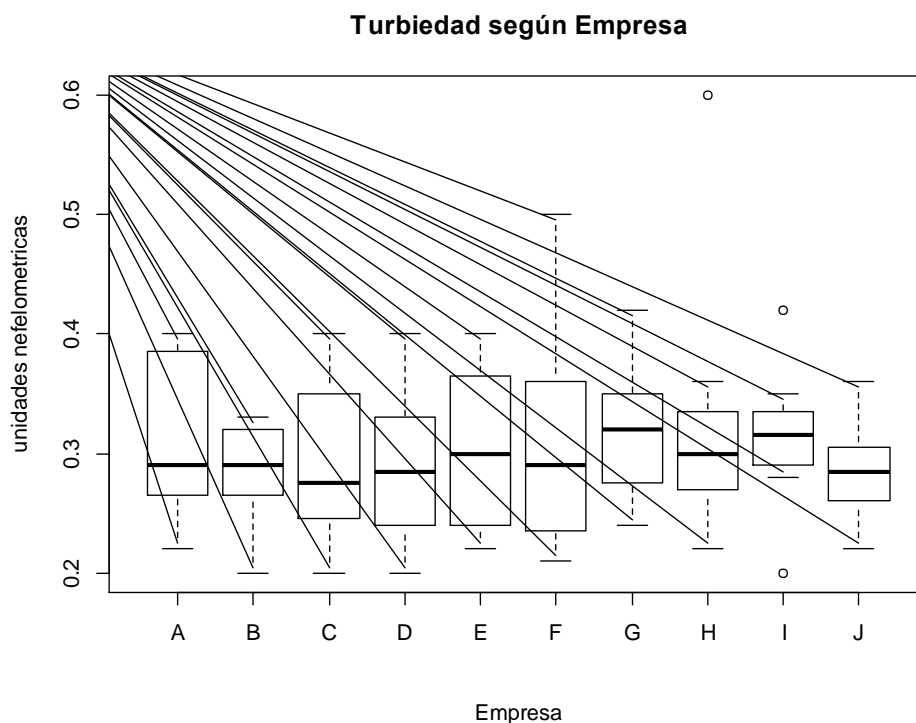
Tabla 10. Resultados para la turbiedad para las muestras analizadas

| Parámetro físicoquímico: | Turbiedad              |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Muestreo                 | Valor admisible: 2 UNT |      |      |      |      |      |      |      |
| Empresa                  | M1                     | M2   | M3   | M4   | M5   | M6   | M7   | M8   |
| Empresa A                | 0,38                   | 0,39 | 0,28 | 0,26 | 0,22 | 0,30 | 0,27 | 0,40 |
| Empresa B                | 0,32                   | 0,33 | 0,30 | 0,25 | 0,20 | 0,28 | 0,28 | 0,32 |
| Empresa C                | 0,40                   | 0,36 | 0,30 | 0,24 | 0,20 | 0,25 | 0,25 | 0,34 |
| Empresa D                | 0,40                   | 0,36 | 0,30 | 0,24 | 0,20 | 0,30 | 0,24 | 0,27 |
| Empresa E                | 0,40                   | 0,33 | 0,30 | 0,24 | 0,22 | 0,30 | 0,24 | 0,40 |
| Empresa F                | 0,37                   | 0,35 | 0,26 | 0,24 | 0,21 | 0,32 | 0,23 | 0,50 |
| Empresa G                | 0,34                   | 0,36 | 0,30 | 0,28 | 0,24 | 0,34 | 0,27 | 0,42 |
| Empresa H                | 0,31                   | 0,30 | 0,36 | 0,30 | 0,22 | 0,28 | 0,26 | 0,60 |
| Empresa I                | 0,42                   | 0,30 | 0,32 | 0,28 | 0,20 | 0,32 | 0,31 | 0,35 |
| Empresa J                | 0,30                   | 0,26 | 0,28 | 0,26 | 0,22 | 0,31 | 0,29 | 0,36 |

De la tabla 10, se observan que los valores obtenidos para la turbiedad en cada una de las muestras analizadas se encuentran muy por debajo del valor admisible. A los resultados anteriores se les realizó un análisis exploratorio utilizando diagramas de cajas y bigotes, con el fin de observar el comportamiento general de los datos.

La figura 8, muestra el gráfico de caja y bigotes para cada una de las empresas en cada uno de los meses muestreados, se observa que los valores de la turbiedad son muy inferiores al valor admisible de 2 UNT. El máximo valor medido fue de 0,6 para la empresa H durante el muestreo 8. En general los valores obtenidos en cada una de las empresas son muy similares.

Figura 8. Grafica de caja y bigotes para los resultados de la turbiedad



## **6. CONCLUSIONES**

- Con este estudio se logró determinar la calidad fisicoquímica de unas muestras de agua envasada en presentación de 6 L durante un periodo de ocho (8) meses.
- Las muestras de agua procesadas en las empresas que fueron objeto en este estudio, cumplen con los valores admisibles de los parámetros fisicoquímicos de la Resolución 12186 de 1991.
- Las muestras de agua envasadas, analizadas no presentan ningún riesgo para la salud de la población de Villavicencio en cuanto a los parámetros fisicoquímicos.

## 7. BIBLIOGRAFIA

CIDU Rosa, FRAU Franco y TORE Paolo. Drinking water quality: Comparing inorganic components in bottled water and Italian tap water. Diciembre, 2011. En: Journal of Food Composition and Analysis. Vol. 24 p. 184-193.

DIDUCH Malwina, POLKOWSKA Zaneta, y NAMIEŚNIK Jacek, Chemical Quality of Bottled Waters: A Review. Agosto, 2011. En: Journal of Food Science. Vol. 76 p. 178-196.

FISHER Michael, WILLIAMS Ar, JALOH MF, SAQUEE G, BAIN JK. Microbiological and Chemical Quality of Packaged Sachet water and household Stored Drinking Water in Freetown. Julio, 2015. En: journal. pone0131772. p 1-17.

IKEM Abua, ODUEYUNGBO Seyi, EGIEBOR Nosa O, NYAVORCHEMICAL Kafui. Quality of bottled waters from three cities in eastern Alabama. Mayo, 2001. En: The Science of the Total Environment. Vol. 285 p. 165-175

I.M.M Rahman, BARUA Suman, BARUA Rasael, ALAMGIR M., ISLAM Faridul, BEGUM Zinnat A. HASEGAWA Hiroshi. Quality assessment of the non-carbonated bottled drinking water marketed in Bangladesh and comparison with tap water. Octubre, 2016. En: Food Control. Vol. 73 p. 1149-1158.

MAKOV, T., MEYLAN Grégoire, POWELL Jon T., SHEPON Alon. Better than bottled water? - Energy and climate change impacts of on the go drinking water stations. Sciencedirect [en línea] Noviembre, 2016.[revisado en mayo, 2018]. En: Resource Conservation and Recycling. Disponible en internet: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.11.010>

NOURI Doha Al, ABDULKARIM Badriah Al, ARZOO Shaista, NABI Zubaida A. Quality Characteristics of Commonly Consumed Drinking Water in Riyadh and Effect of Domestic Treatments on Its Chemical Constituents. 2014. En: Journal of Food and Nutrition Research. Vol. 2.1 p 25-33.

SALEH Al, DOUSH Al., Survey of trace elements in household and bottled drinking water samples collected in Riyadh. En: Sci Total Environ 1998;216:181-192.

SALEH, Mahmoud., ABDEL-RAHMAN Fawzia H., WOODARD Brooke B., CLAR Shavon, WALLACE Cecil, ABOABA Adetoun, ZHANG Wenluo y NANCE James H. Chemical, microbial and physical evaluation of commercial bottled waters in greater Houston area of Texas. Septiembre, 2007. En: Journal of Environmental Science and health part . Vol. 43 p 335-347.